



TITLE:

高密度近藤系の電子状態と超伝導
(VIII. 高濃度近藤状態と超伝導の共存系, 価数揺動状態の総合的研究, 科研費研究会報告)

AUTHOR(S):

寺中, 久男; 松浦, 民房; 黒田, 義浩

CITATION:

寺中, 久男 ...[et al]. 高密度近藤系の電子状態と超伝導(VIII. 高濃度近藤状態と超伝導の共存系, 価数揺動状態の総合的研究, 科研費研究会報告). 物性研究 1984, 42(6): 104-105

ISSUE DATE:

1984-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91412>

RIGHT:

周期的 Anderson ハミルトニアンで記述される高密度 Kondo 格子系の電子状態を調べ、その結果を超伝導に適用する。Kondo 効果をひき起すイオンが格子を形成していても、絶対零度では、各格子点のイオンは一重項の基底状態になっていると仮定する。

計算を簡単にするために、 ε_f (局在電子-f 電子とよぶのエネルギー) $= -U/2$ (U : 同一格子点での異なるスピンを持つ 2 つの f 電子間のクーロン斥力) という場合を考え、伝導電子の数は、格子点の数 N に等しいとする。局在している f 電子は、f 状態と伝導状態の間の混成相互作用 (の大きさを V とする) によって、最低、 V^2 の次数の過程で異なる格子点にとび移ることができるようになる。低いエネルギーが関与する過程に注目して、f 電子の自己エネルギーのうち、同一格子点にのみ関与するものを $\Sigma_f(\varepsilon_n) = -i\varepsilon_n(\tilde{\chi}-1)$ とする。ここで、 ε_n は振動数であり、 $\tilde{\chi}_{\text{even}} = \tilde{\chi}_{\text{odd}} \equiv \tilde{\chi}$ の成立する大きな U の "s-d limit" を仮定する。

V の効果による f 電子の遍歴に伴って、f 電子の自己エネルギーは、波数 (k) 依存性を持つようになる。このことを示す最も簡単な過程は、次のようなダイアグラムで表わされる。結節部分 $\Gamma \equiv \Gamma_{\text{N}}$ は、一つのイオンに関する

Kondo 問題を解いて得られる有効斥力であり、 $\Rightarrow \Rightarrow$

は、異なる格子点を結ぶ Green 関数であるが、 Σ 。

に取り入れられている効果を二重数えしないように決

める。これを波数表示で表わすと次のようになる: $G_f(k, \varepsilon_n) = G_f'(k, \varepsilon_n) - G_f'(\varepsilon_n)$,

$$G_f'(k, \varepsilon_n) = - \sum_{\sigma=\pm} \frac{1}{\tilde{\chi}} \frac{\sigma(\xi_k + \sigma \sqrt{\xi_k^2 + V^2/\tilde{\chi}})/2\sqrt{\xi_k^2 + V^2/\tilde{\chi}}}{i\varepsilon_n - (\xi_k + \sigma \sqrt{\xi_k^2 + V^2/\tilde{\chi}})/2},$$

$$G_f'(\varepsilon_n) = \frac{1}{N} \sum_k G_f'(k, \varepsilon_n).$$

ここで、 ξ_k はフェルミエネルギーから測った伝導電子のエネルギーである。このダイアグラムから得られる自己エネルギーの k 依存性を持つ部分は、 $\text{Re} \Sigma(k, 0) = \alpha \xi_k + \lambda$ と表わされる。ここで、伝導電子は一定の状態密度 ρ を持つとして、 $\alpha \sim \rho \Delta$, $\lambda \leq \Delta$ および、 $\Delta = \pi \rho V^2$ である。

上の結果を導く際に、フェルミ面近傍の状態が大きな寄与をすると考え、波数積分に対して近似を導入した。このために、最初に仮定した伝導バンドの電子-空孔対称性は破られたことになる。電子-空孔対称性のある一次元系で、 $-\cos k$ の分散関係を用いると、上の α の符号が負になり、その結果、系のエネルギーバンドにギャップが現われ、体系は絶縁体になるということが示されている。¹⁾ しかし、実際の系では、その対称性が破られているということを考えに入れると、上の近似計算の結果は、狭い伝導バンド "f バンド" の現われる一つの起源を提示していると考えられる。

次に、ここで得られた狭い f バンドの電子を準粒子とみなし、フォノンを媒介として準

粒子間に働く引力が、準粒子間の有効斥力にうち勝つことができるかどうかを調べ、超伝導の可能性を議論する。fバンド電子の多重散乱の効果によって、電子間斥力は少し減少するが、まだ大きな値を持つため超伝導状態を可能にするためには、大きな引力が必要であるように思われる。それと同時に、簡単な議論では、超伝導が可能になる条件下では、フォノン系が不安定化をおこしてしまうという事情があるので、もう少し慎重な取り扱いが必要である。

今後、電子-フォノン相互作用及び、電子間斥力の働く空間的な領域の値等を考慮して、超伝導の可能性を調べてみる。

[文 献]

- 1) K. Yamada and K. Yosida, "Electron Correlation and Magnetism in Narrow-Band Systems" ed. T. Moriya (Springer, 1981), P. 210, J. Mag. Mag. Materials 31-34 (1983), 461.